



PANterra

# Provincie Utrecht Geothermie Potentieel Powerpoint Rapport (NL)

PanTerra Project 2000300

Ulf Böker & Coen Leo, 8 oktober 2021

# Introductie

- Project doel

- De provincie Utrecht heeft PanTerra Geoconsultants B.V. (PanTerra) gevraagd een regionale geologische studie uit te voeren om het geothermisch potentieel van de ondergrond te beschrijven in de provincie. De aanleiding voor deze studie is de nieuw vergaarde seismische data (SCAN survey) die in de eerste helft van 2021 beschikbaar is gekomen. Het doel is om tot een beter kaart overzicht te komen van de hoeveelheid MW aan warmte die uit de ondergrond gehaald kan worden. Deze kennis kan door gemeenten toegepast worden in hun Transitie Visie Warmte.

- Disclaimer

- Deze studie kijkt enkel de potentie van het Rotliegend, omdat op basis van de huidige gegevens het Rotliegend het meest voor de hand liggende geothermie reservoir is in de provincie.

Deze presentatie is een zeer beknopte samenvatting van de gehele studie, met het doel in een oogopslag duidelijk te maken waar de geothermische mogelijkheden in de provincie liggen voor het Rotliegend. Ook worden de marges van onzekerheid aangegeven.

De SCAN boring bij Utrecht zal echter ook andere potentiële geothermie reservoirs onderzoeken, waar nu te weinig gegevens over zijn: zoals het Main Buntsandstein (Trias) en een mogelijke Vlieland zandsteen.

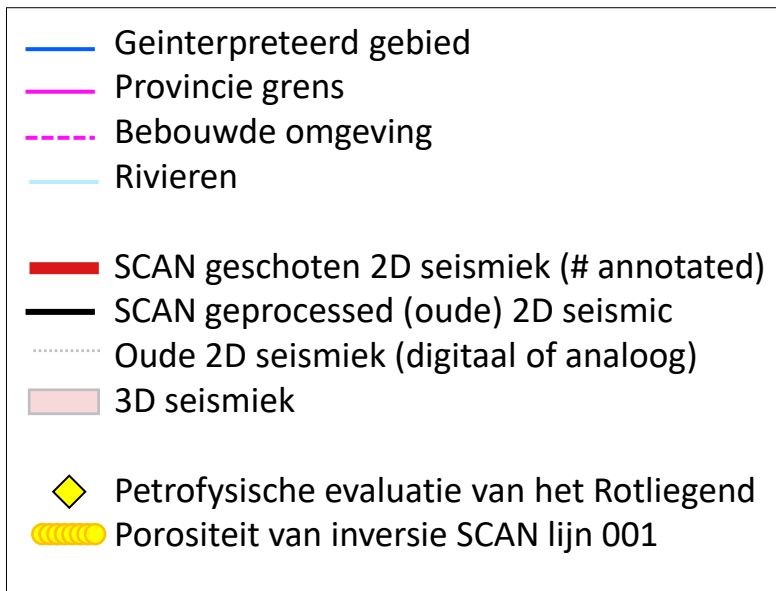
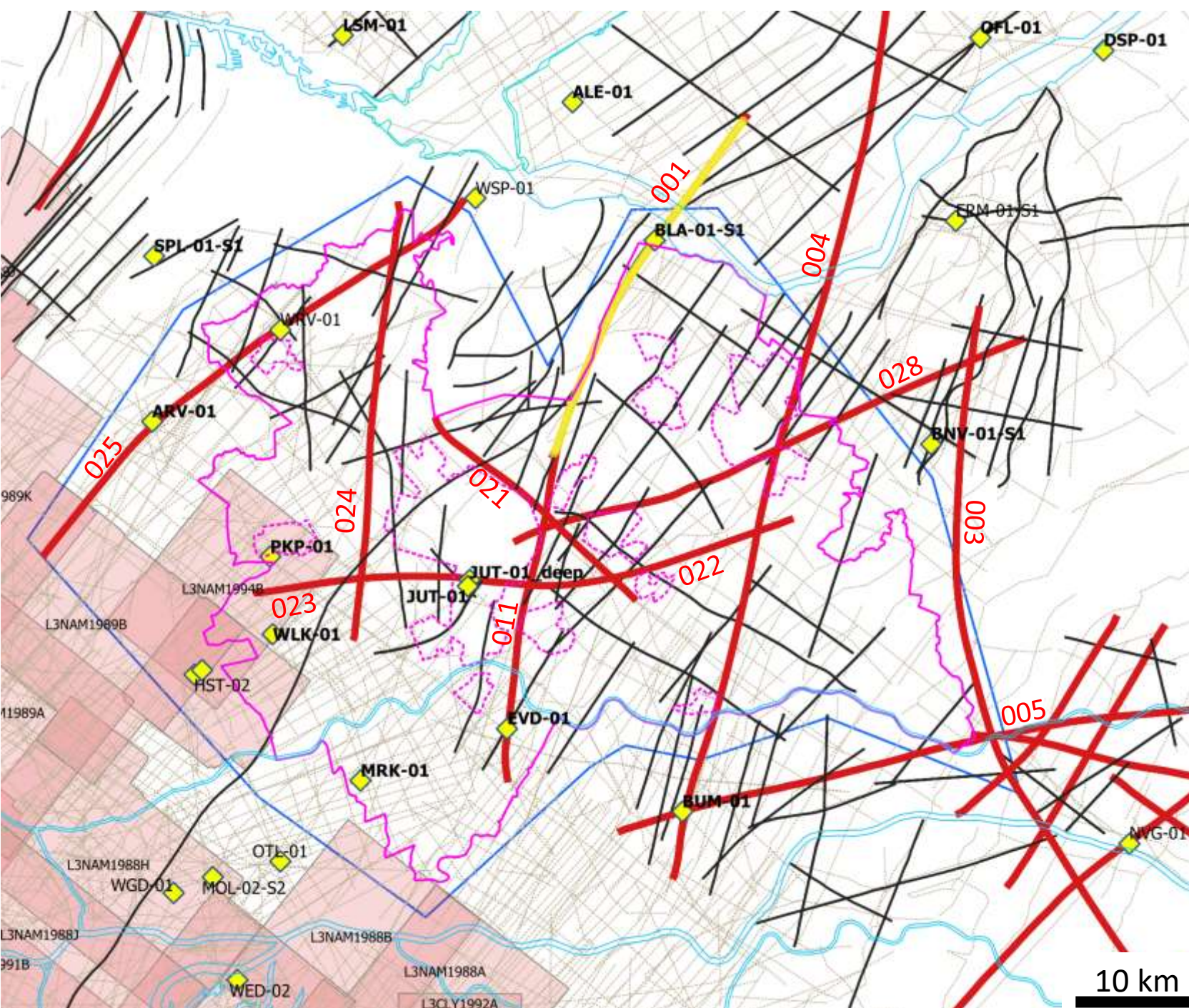


# Data overzicht

# Beschikbare data

De seismische data bestaat uit nieuw geschoten en gereprocesse lijnen (SCAN), en oudere, deels analoge lijnen. Het SCAN programma heeft voor een verdichting van data dichtheid gezorgd, maar nog steeds is in sommige gebieden een (zeer) lage data dichtheid.

Alle relevante Rotliegend putten zijn geanalyseerd en meegenomen in de studie





# Geologische studie resultaten

# Herziene Rotliegend breuken kaart

Deze kaart laat de verbeteringen zien van het nieuwe model t.o.v. het oudere TNO model.

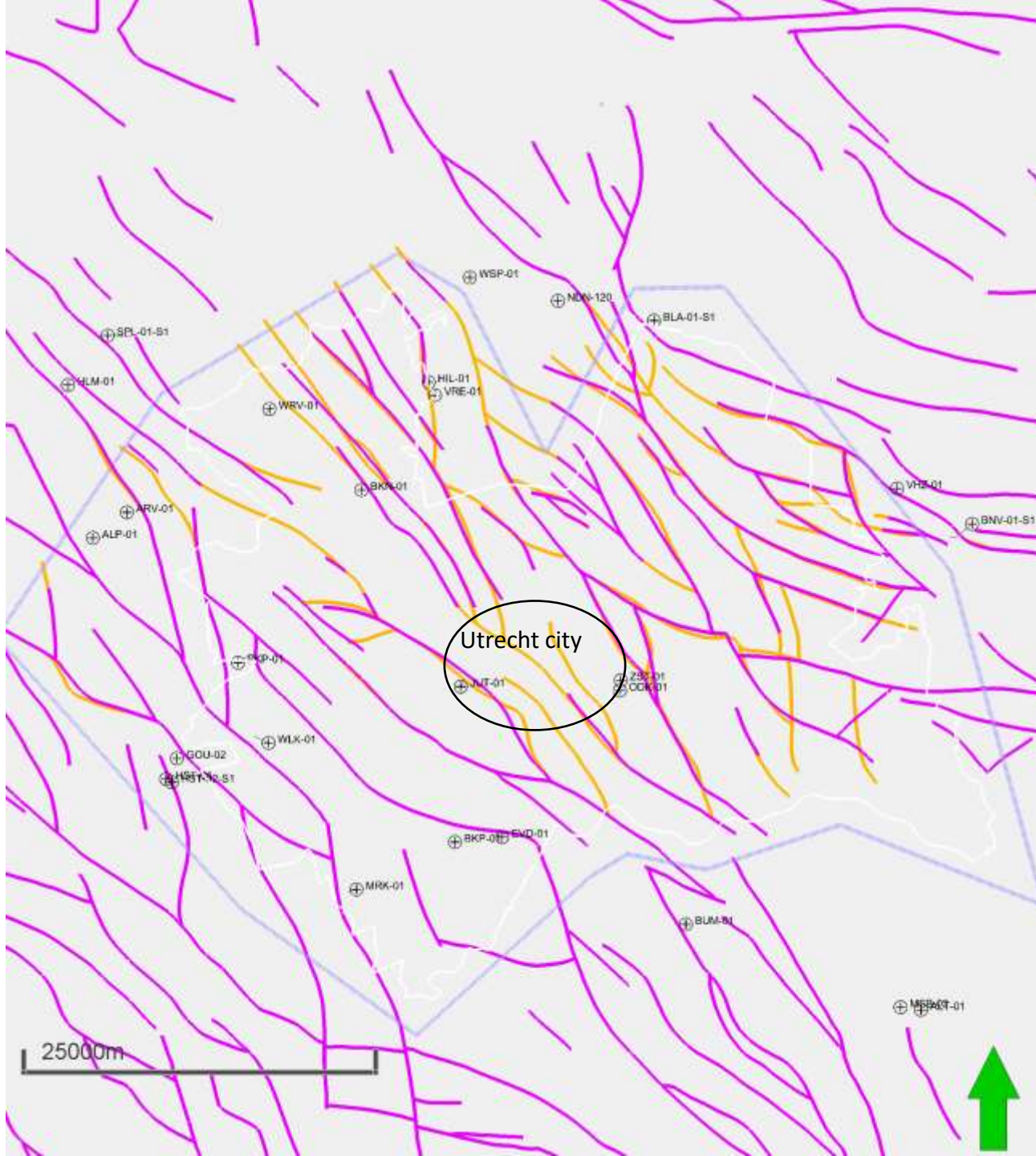
De paarse breuken zijn de gehandhaafde breuken van het oude model, de gele lijnen laten nieuwe breuklijnen zien.

Voorals rond Utrecht is een verbetering te zien van het breukmodel, mogelijk gemaakt door de nieuwe SCAN lijnen. Op de volgende dia is een voorbeeld lijn te zien van

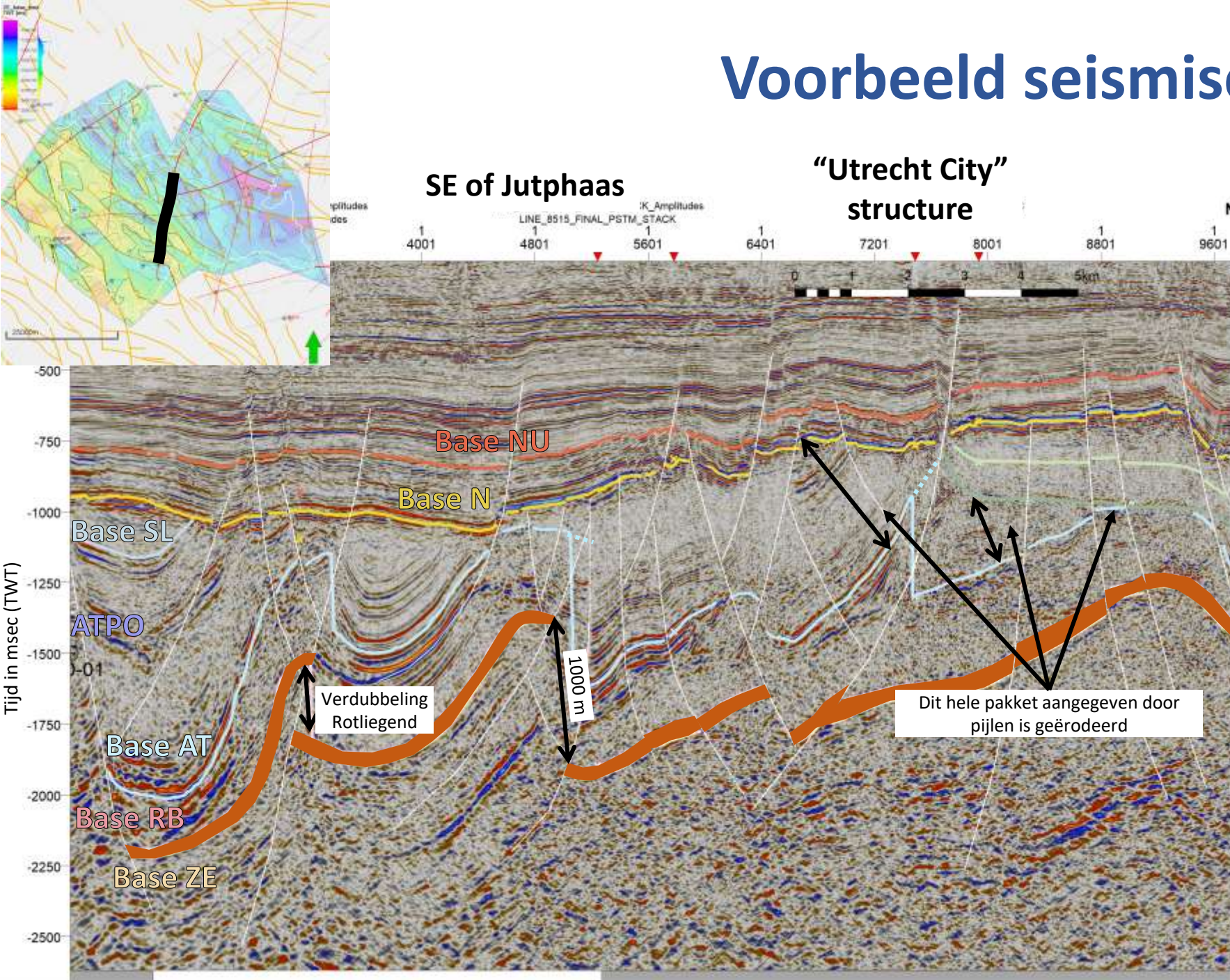


Rose: Breuken van oude model (TNO DGM5)

Oranje: Nieuwe breuk model



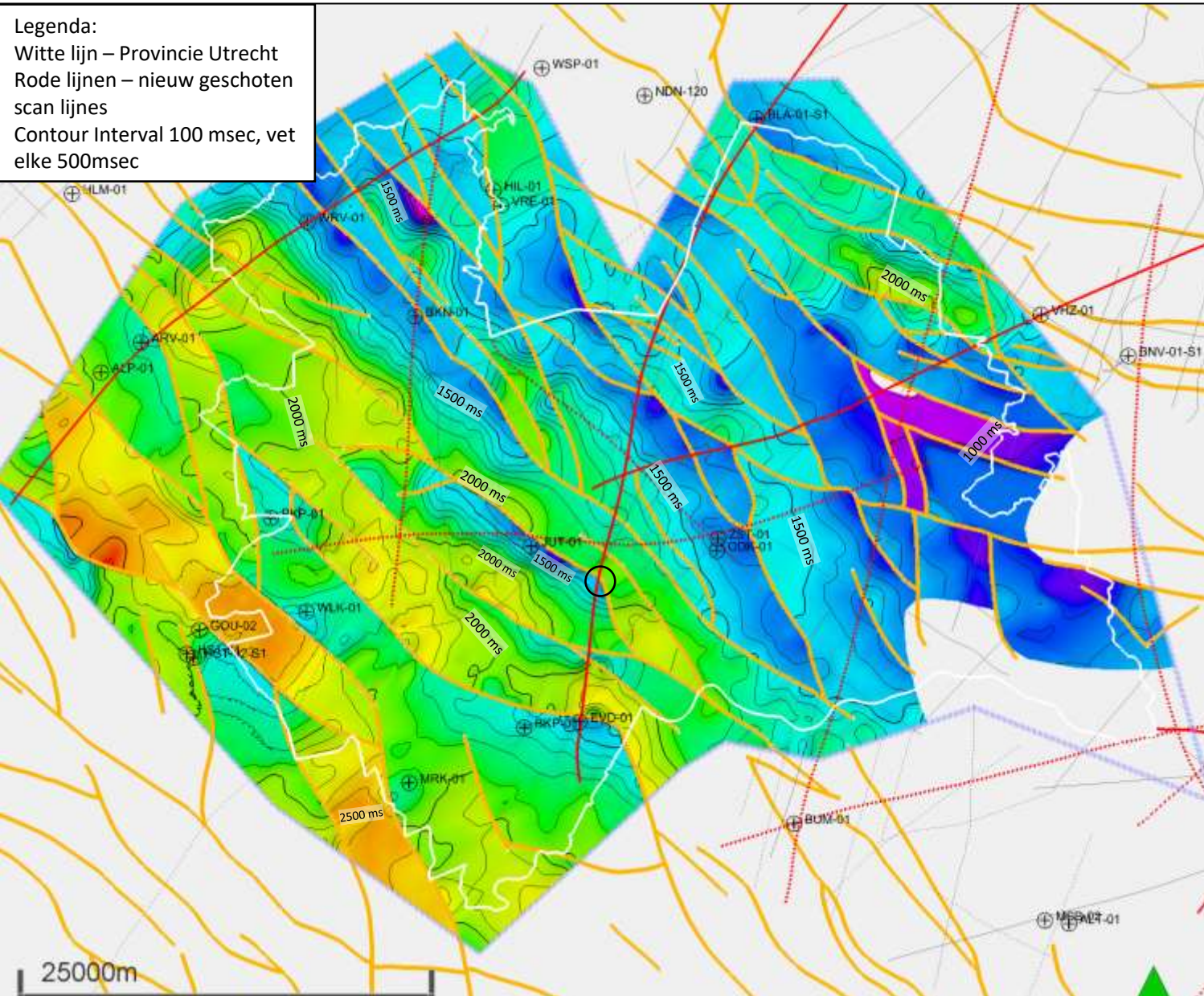
# Voorbeeld seismische lijn (SCAN01)



- Noord-Zuid seismische lijn SCAN-001 door de stad Utrecht en door de Jutphaas structure bij Nieuwegein, ongeveer 5km OZO van de geplande en afgeblazen geothermie ontwikkeling.
- Het Rotliegend is ingekleurd met bruin.
- Goed te zien is de enorm gecompliceerde breukstructuur (witte lijnen) in de provincie met soms wel een breukverzet van meer dan 500 msec (rond 1000m), verdubbelingen van lagen en enorme erosie (inversie).
- Daardoor zijn de voorspellingen van de Rotliegend reservoir eigenschappen onzeker.

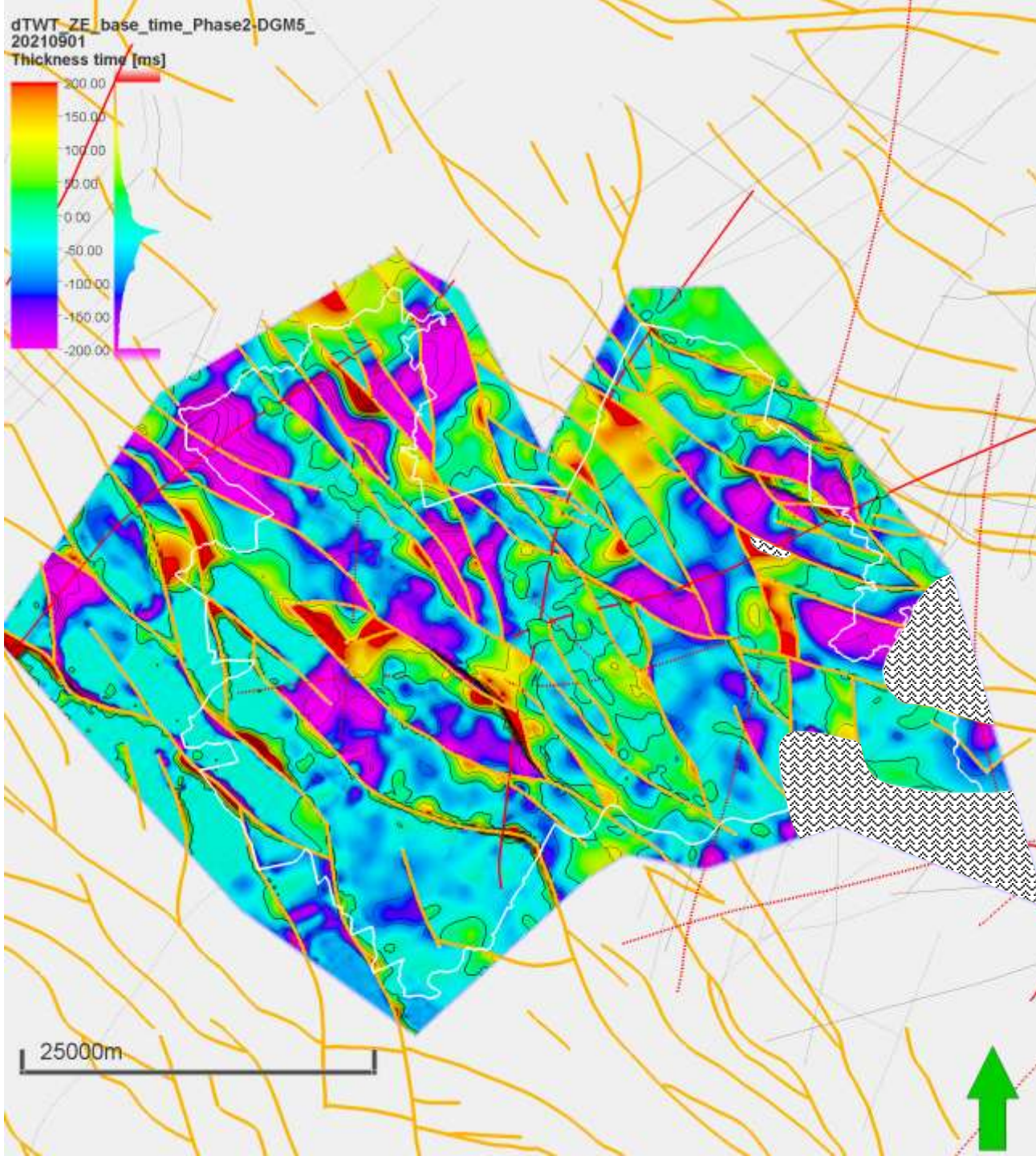
# Rotliegend tijd kaart van seismische interpretatie

Legenda:  
Witte lijn – Provincie Utrecht  
Rode lijnen – nieuw geschoten scan lijnes  
Contour Interval 100 msec, vet elke 500msec



- De tijd kaart links van de top van het Rotliegend (top bruine laag vorige dia) is gebaseerd op de interpretatie van de seismische lijnen.
- Breuken zijn aangegeven als oranje lijnen en komen terug op alle volgende dia's.
- De nieuw geschoten Scan lijnen zijn aangegeven als rode lijnen
- De 1000m breuk van vorige slide is aangegeven met zwarte cirkel





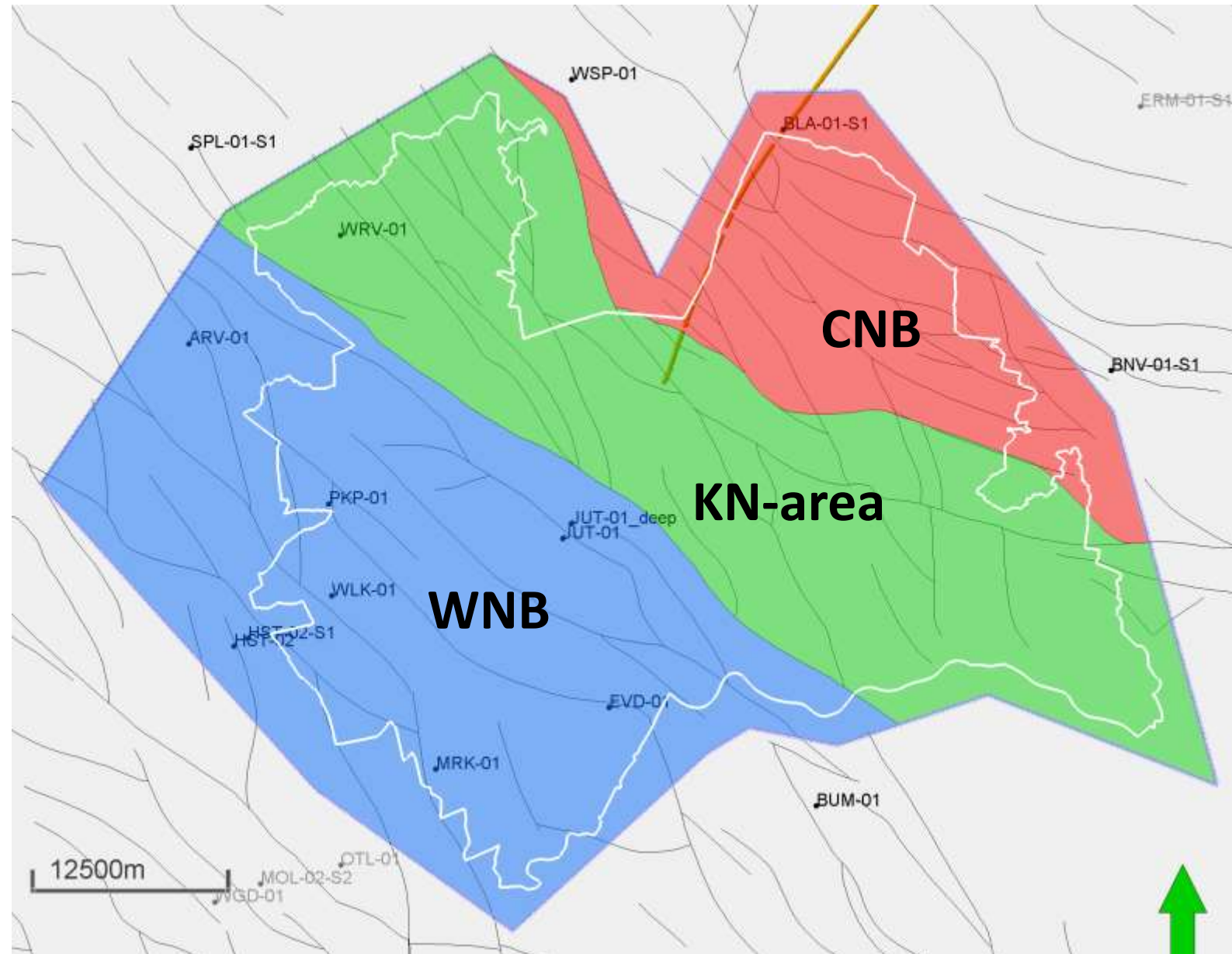
## Verschil nieuwe en oude kaart

Deze kaart laat de interpretatieverschillen zien tussen de oude kaart en de herziene kaart (in tijd, ms) op de top van het Rotliegend.

Overal waar de kaart roze kleurt is de interpretatie van de top Rotliegend dieper (>100m), en overal waar de kaart geel/oranje kleurt is de interpretatie van de top Rotliegend ondieper (>100m).

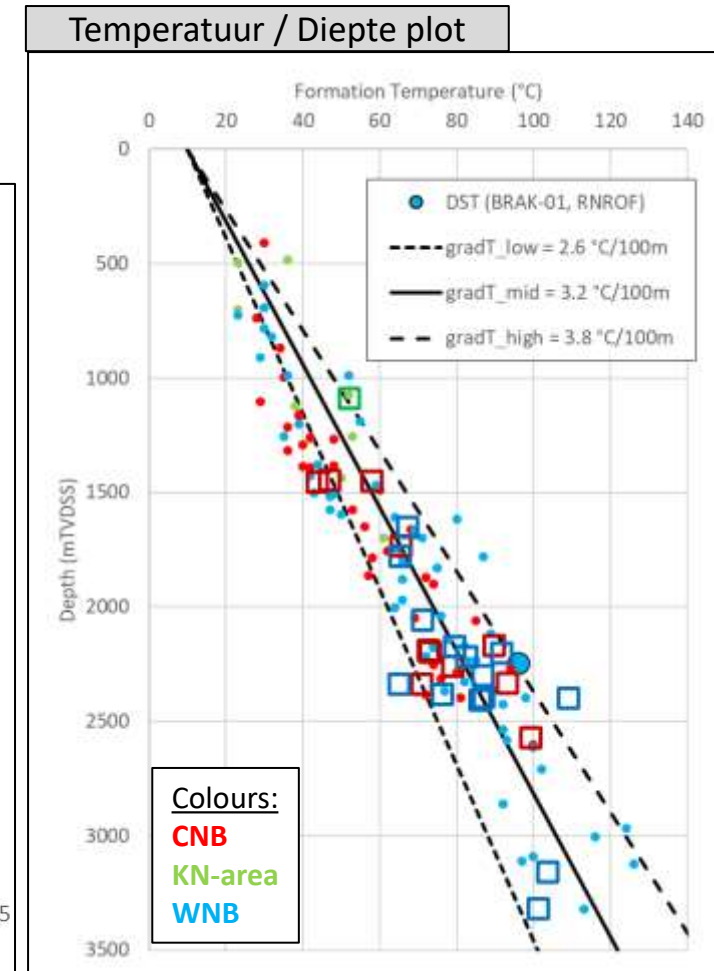
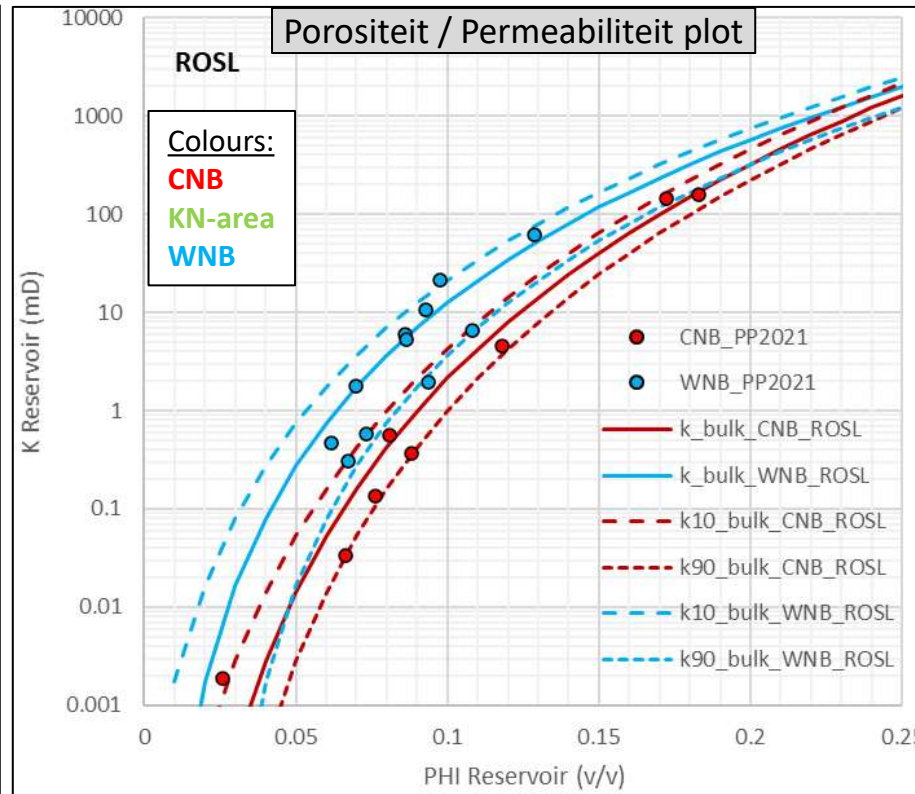
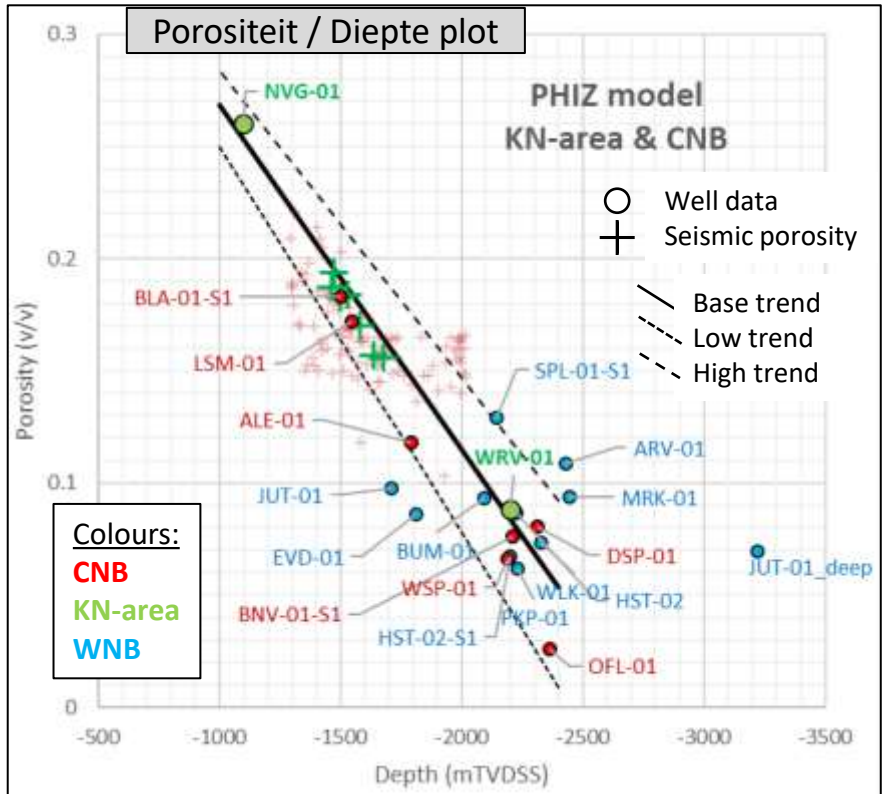
Ondieper of dieper betekent een verandering in berekend vermogen.

# Bekken indeling van de provincie



- M.b.v. de seismische interpretatie is de provincie in te delen in drie geologische provincies
  - WNB: West Netherlands Basin
  - KN-area: Verbinding tussen Peel-Maasbommel Hoog en het Zandvoort Hoog
  - CNB: Central Netherlands Basin
- De studie heeft aangetoond dat er variatie is in de karakterisatie van de reservoir eigenschappen in deze gebieden, waarbij het WNB de grootste onzekerheid heeft door verschillen in begravingshistorie.

# Petrofysische analyse en High/Low



- De porositeit wordt gemeten in de put aan de hand van petrofysische logs en kern data. De permeabiliteit wordt gemeten in de kern en dan gerelateerd aan de porositeit. Kern data is maar zeer beperkt aanwezig, en alle putten hebben log data. Zo kan permeabiliteit toch worden afgeleid voor alle putten.
- Uit de porositeit metingen is gebleken dat in de gebieden CNB en KN-area een relatief goede porositeit-diepte trend kan worden afgeleid (groene en blauze put data in linker figuur). Deze trend is min of meer bevestigd door een inversie pilot met porositeit metingen langs een SCAN lijn. Hierdoor kunnen er drie trend lijnen worden gedefinieerd, een Basis, een High en een Low case. Er is geen diepte trend gevonden voor het WNB.
- Er is een relatief goede relatie gevonden tussen permeabiliteits en porositeit, waarbij er weer een verschil is gevonden tussen WNB en CNB. Voor beide basins zijn verschillende Basis, High en Low trend relaties gebruikt (middelste figuur)
- De temperatuur (rechter figuur) wordt gemeten in de putten wanneer er bv gelogd of getest wordt, en wordt afgezet tegen diepte. De temperatuur data is onnauwkeurig en moet gecorrigeerd worden. Deze data komt rechtstreeks uit de TNO database en laat een grote spreading zien, waaruit een basis trend van 3.2°C/100m is gedestilleerd met een High en Low case. Er is geen verschil geconstateerd tussen de verschillende bekkens.



# Rotliggend reservoir kaarten

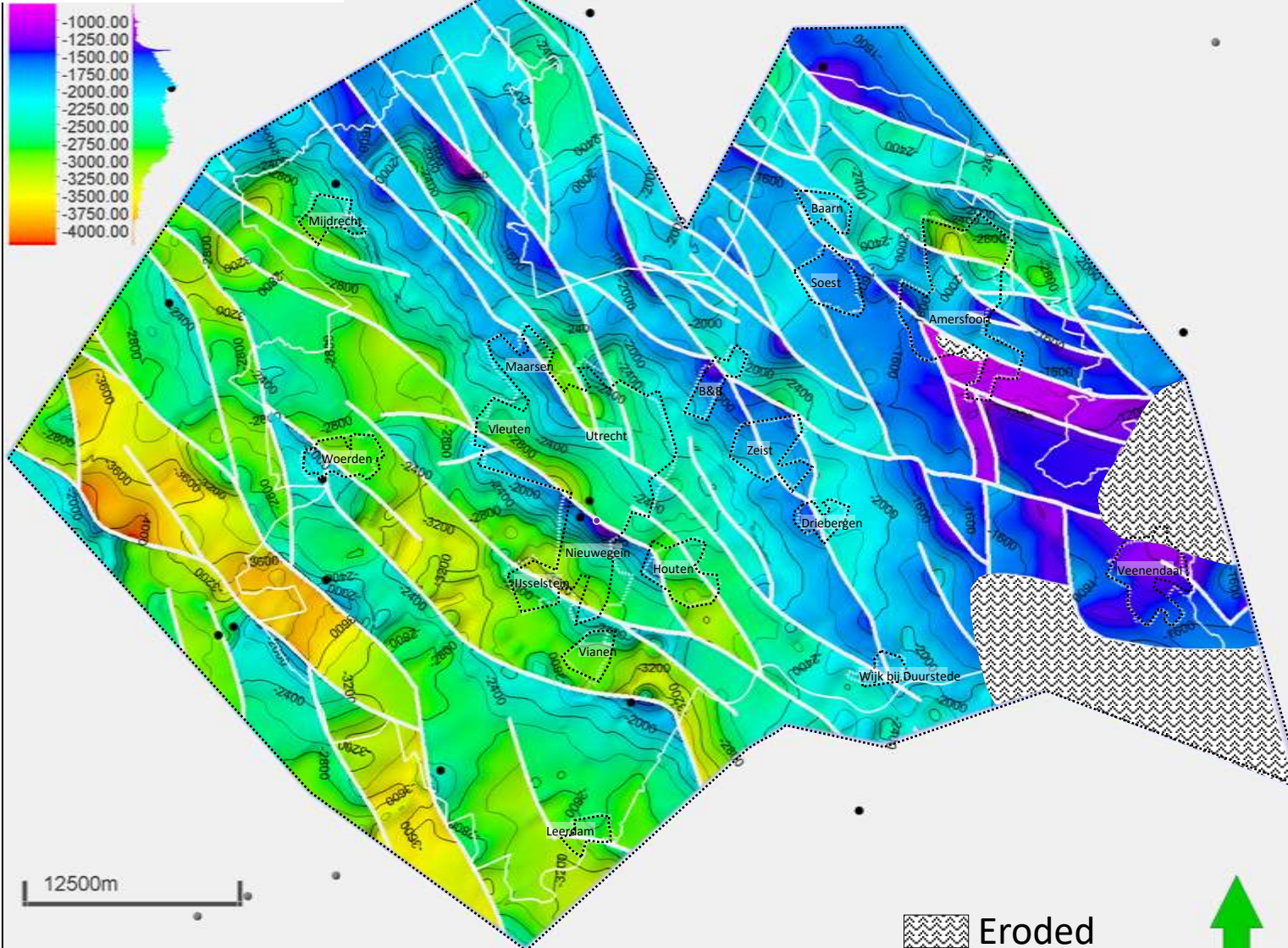
# Berekening van de vermogens kaarten

- Voor het berekenen van het vermogen zijn verschillende geologische input variabelen nodig. Dit zijn permeabiliteit, temperatuur en reservoir dikte:
  - De porositeit wordt berekend vanuit logs van putten, en gecorreleerd met diepte.
  - Permeabiliteit wordt afgeleid van de porositeit
  - Temperatuur wordt afgeleid van diepte
  - Dikte van de laag wordt afgeleid van put gegevens
- De volgende paginas geven de afgeleide input kaarten voor de vermogens berekening

# Dieptekaart top Rotliegend

Diepte in meters

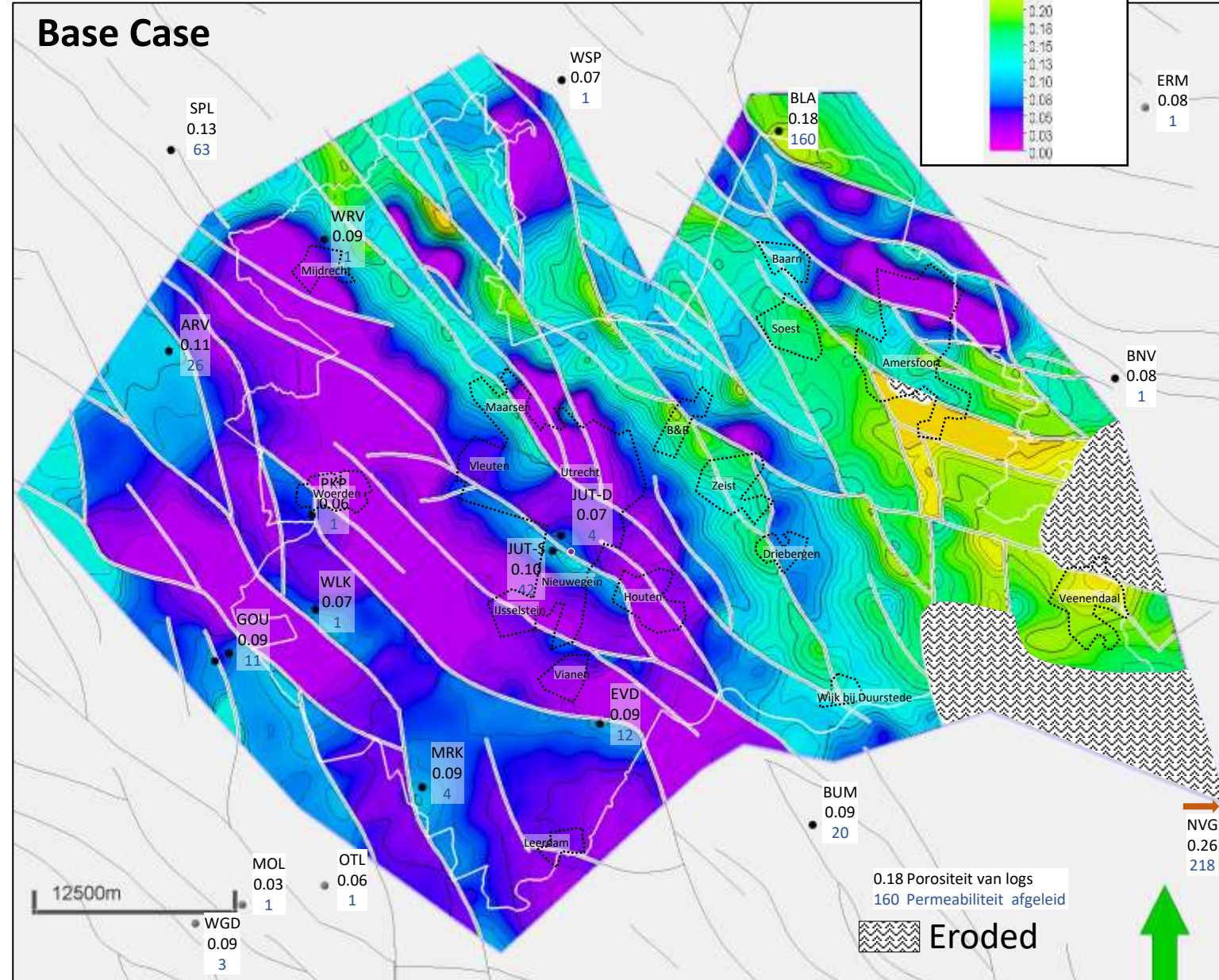
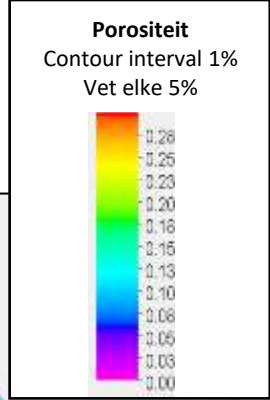
Contour interval 200m, vet 400m



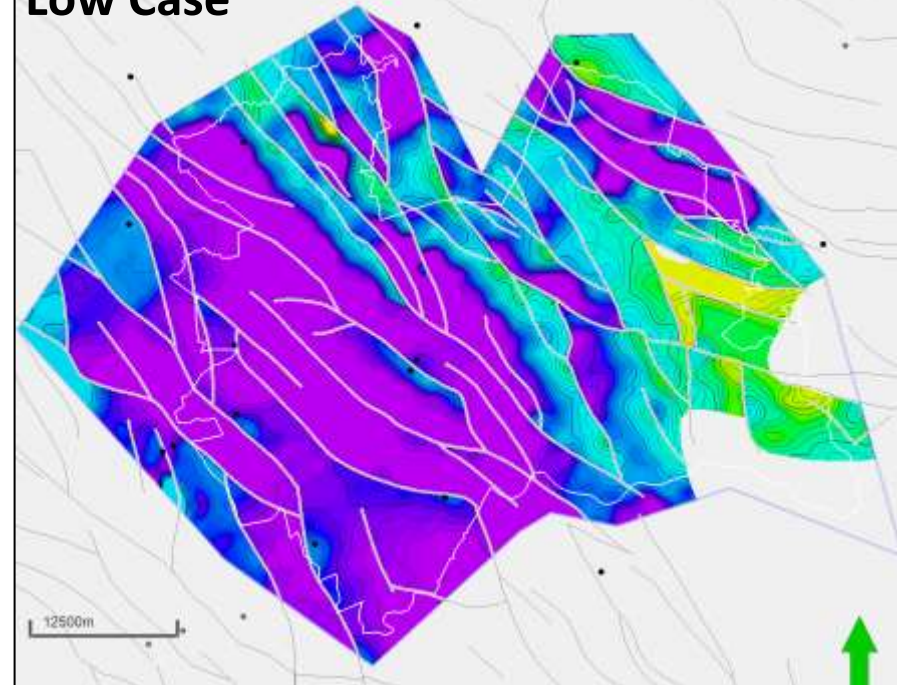
- De nieuwe dieptekaart (top Rotliegend mNAP), gebaseerd op de herziene seismische interpretatie, heeft een grotere detaillering dan de oude TNO-DGM5 dieptekaart.
- Met behulp van deze kaart kan een betere vermogenskaart worden gemaakt.
- Er zit een onzekerheid in deze kaart van +/- 150m.
- De bebouwde omgeving is te zien als wit gestippelde lijnen, en de putten staan aangegeven als zwarte punten.

# Porositeit

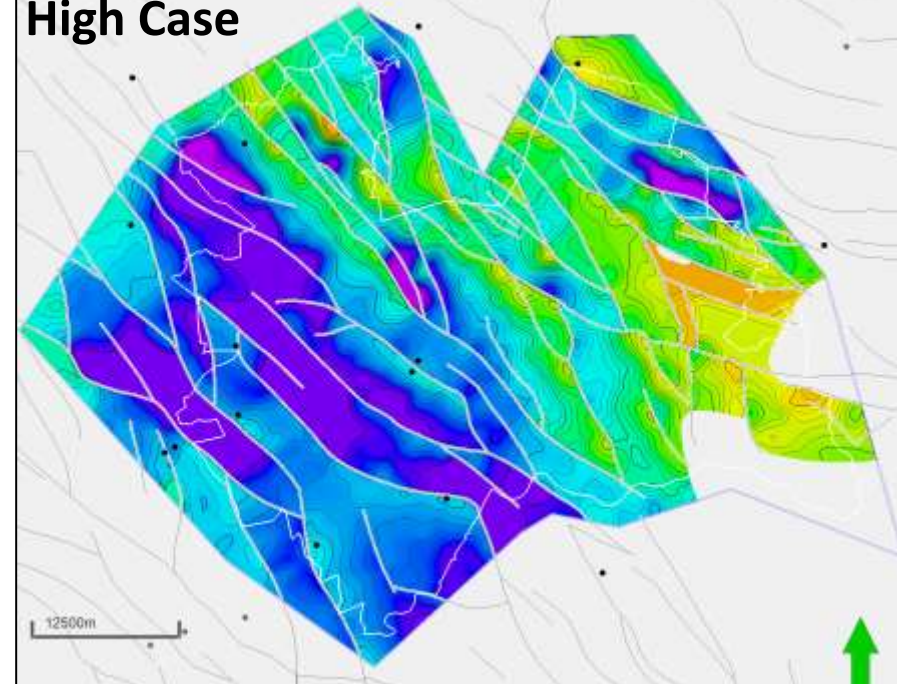
## Base Case



## Low Case

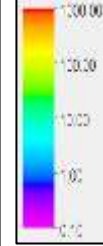


## High Case

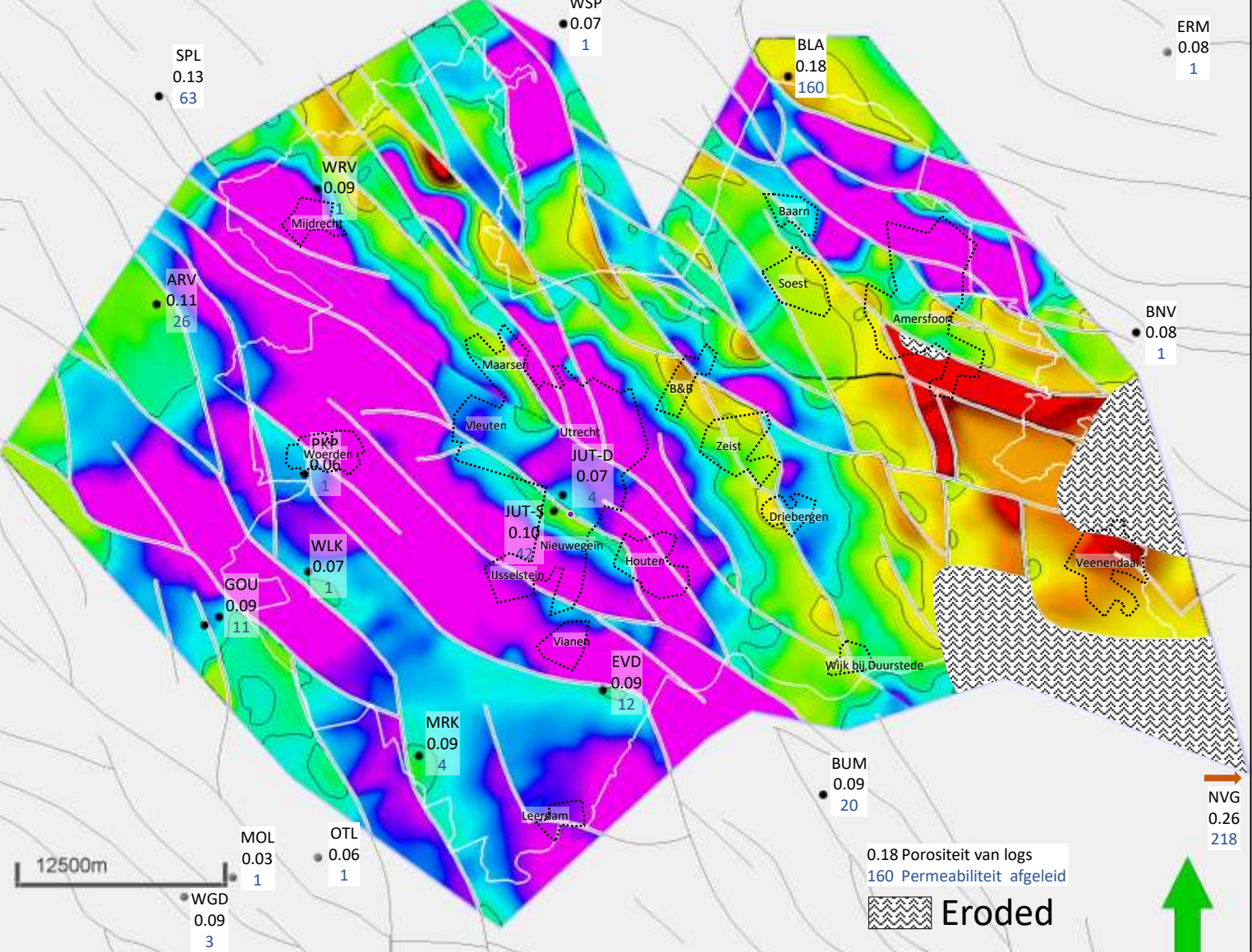


# Permeabiliteit (doorlaatbaarheid)

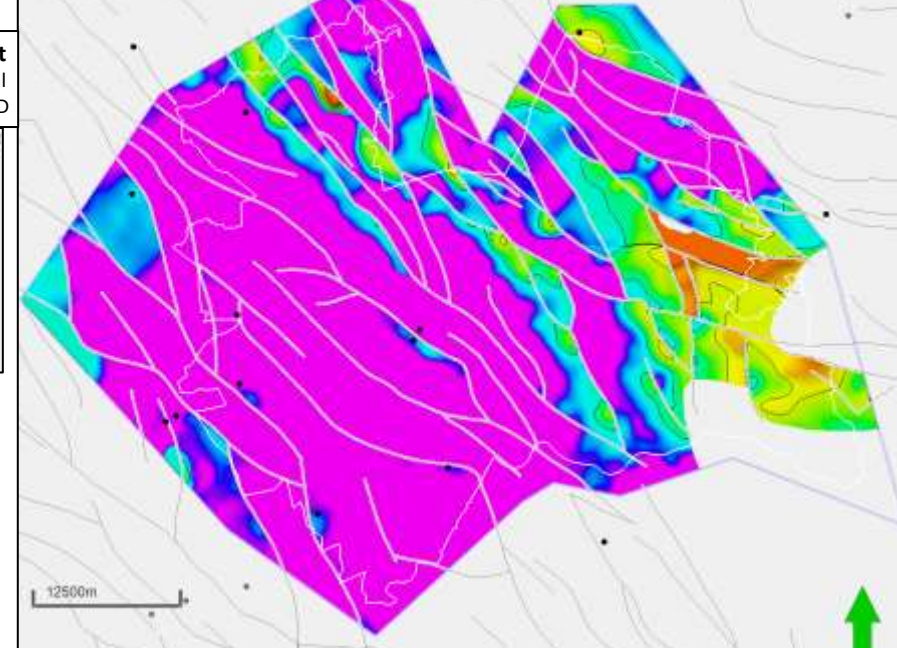
Permeabiliteit  
Contour interval  
10 mD & 100 mD



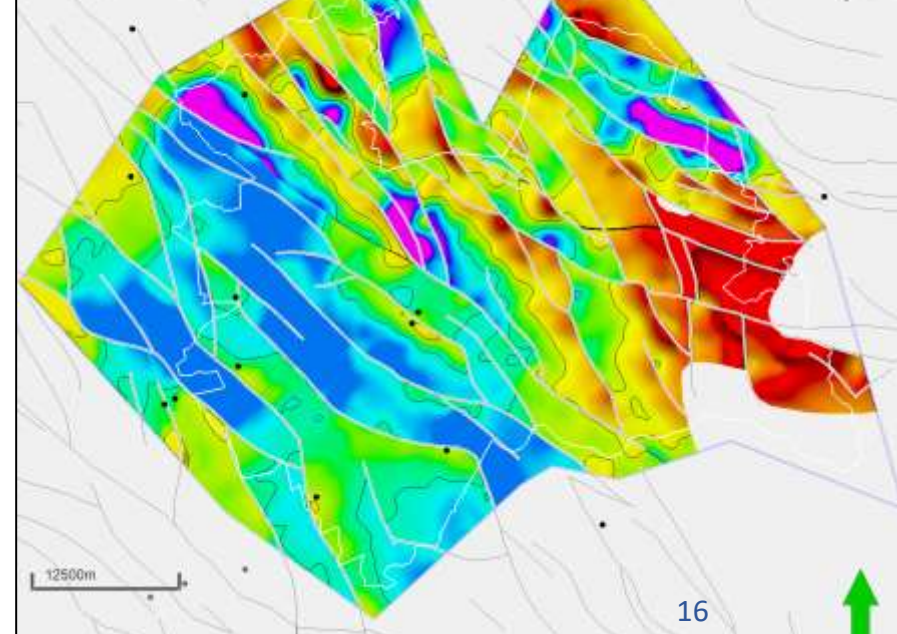
## Base Case



## Low Case



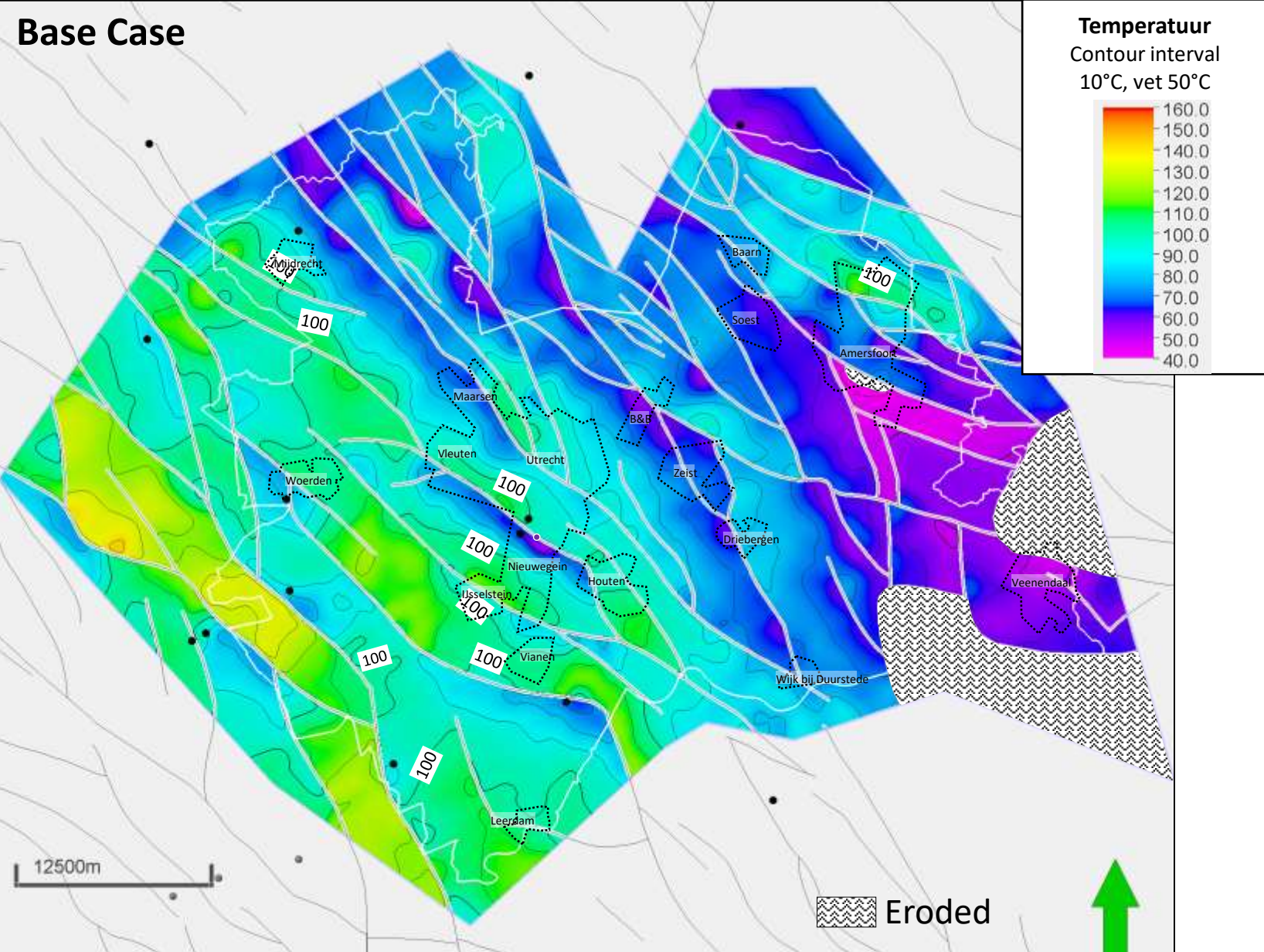
## High Case



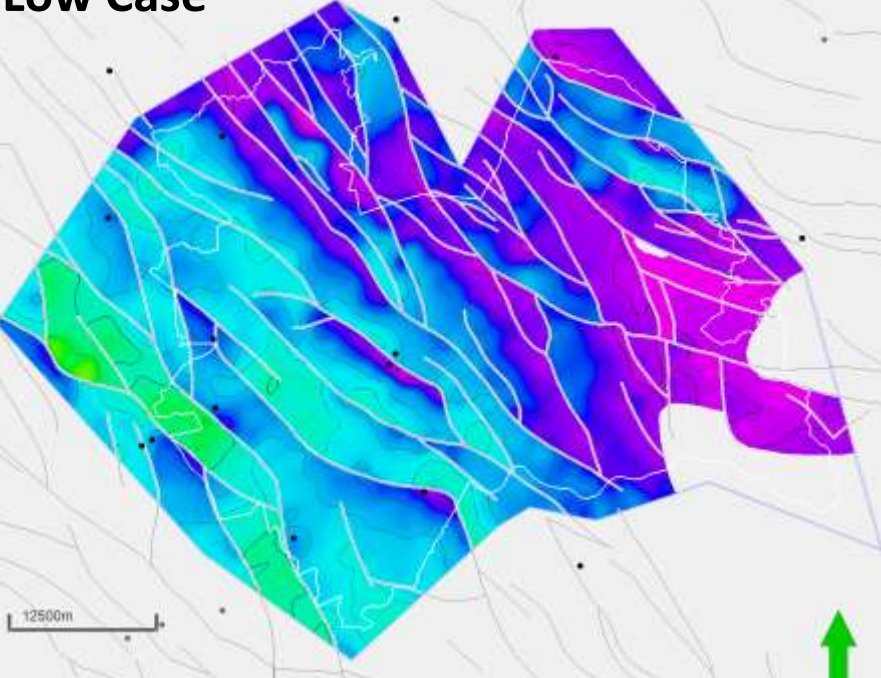


# Temperatuur

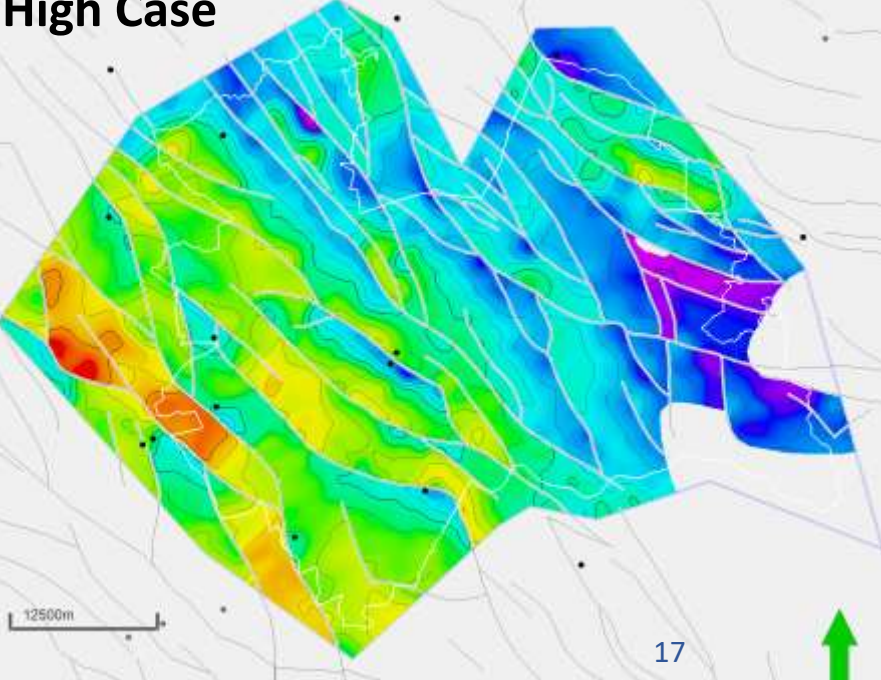
## Base Case



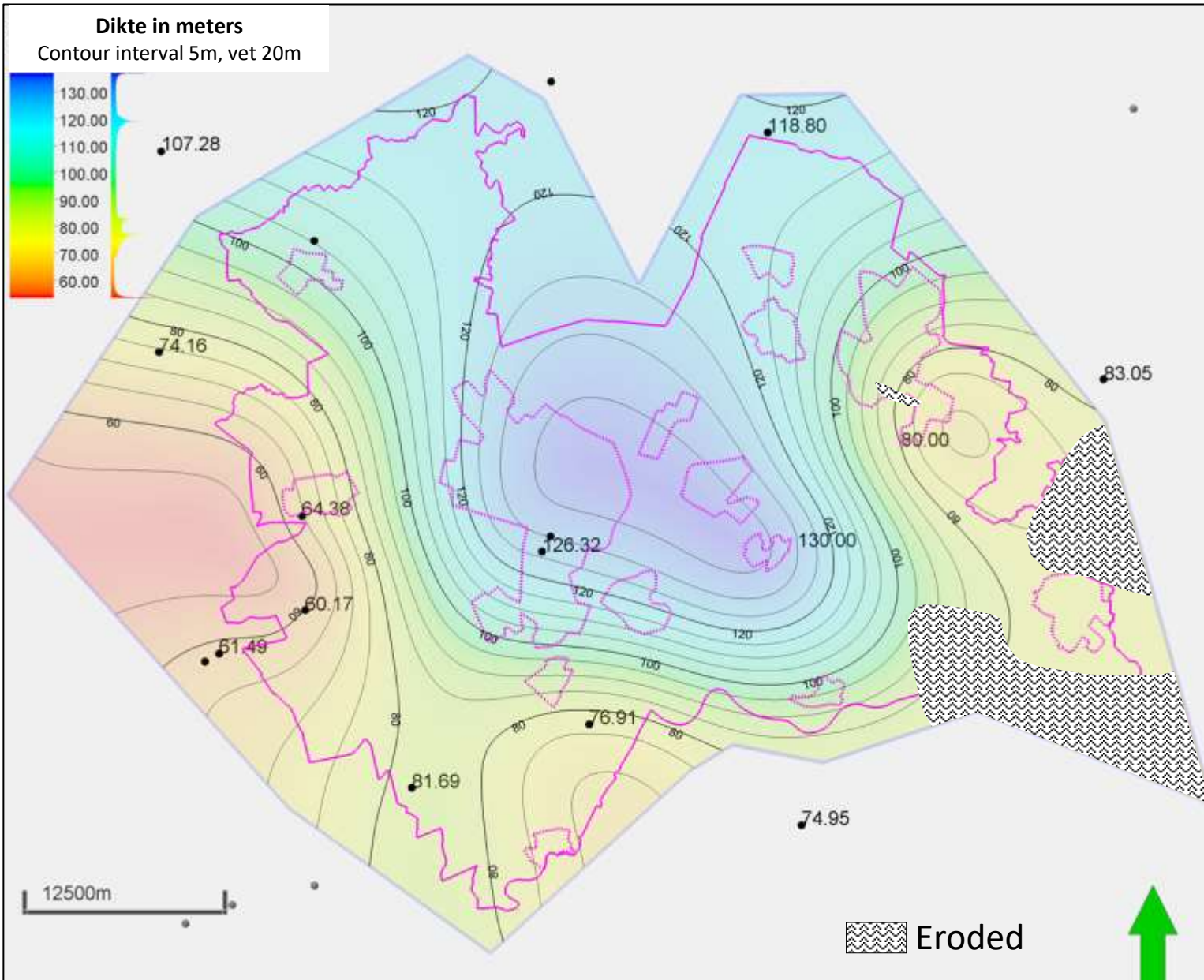
## Low Case



## High Case



# Rotliegend diktekaart



- De dikte is gecontoured van de werkelijke dikte in de putten (NLOG stratigrafie).
- Putten die zijn meegenomen staan aangegeven met hun werkelijke dikte. De putten met een dunne of uitgebreukte Rotliegend zijn niet meegenomen.
- De gebouwde omgeving is aangegeven met roze gestippelde polygonen

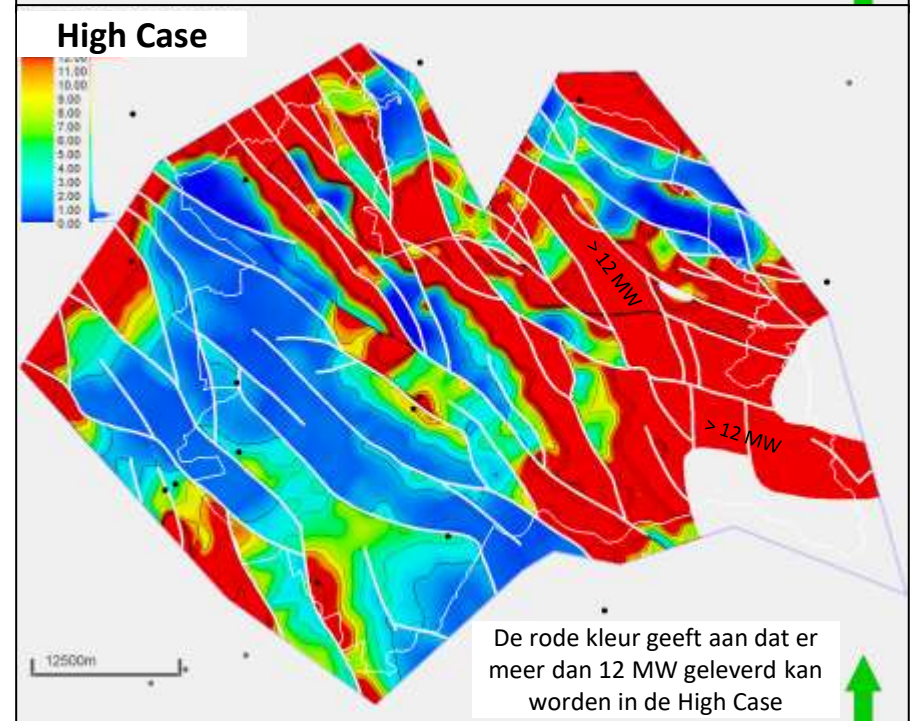
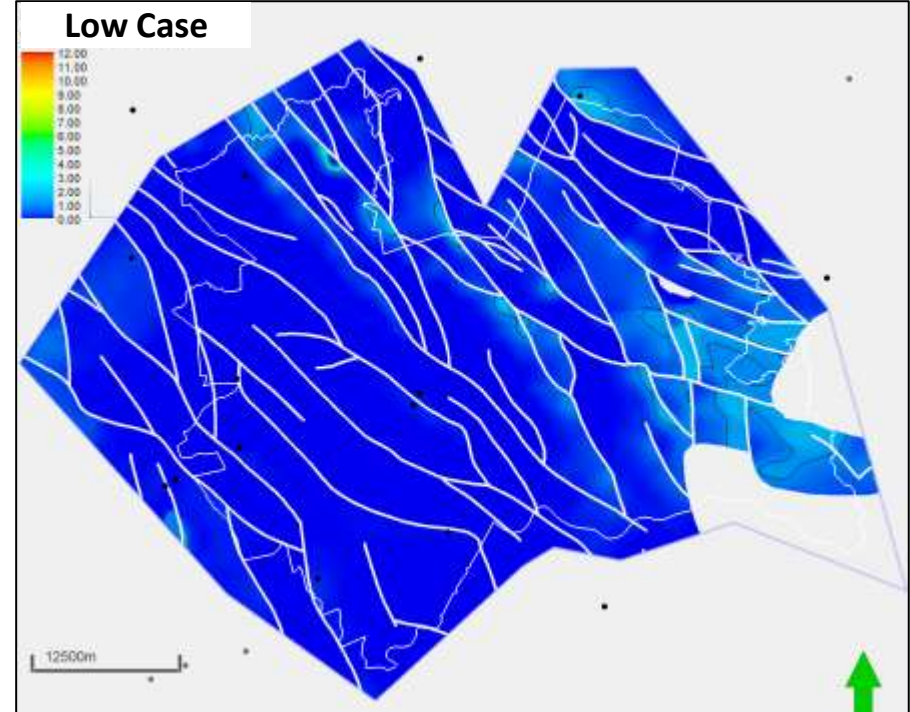
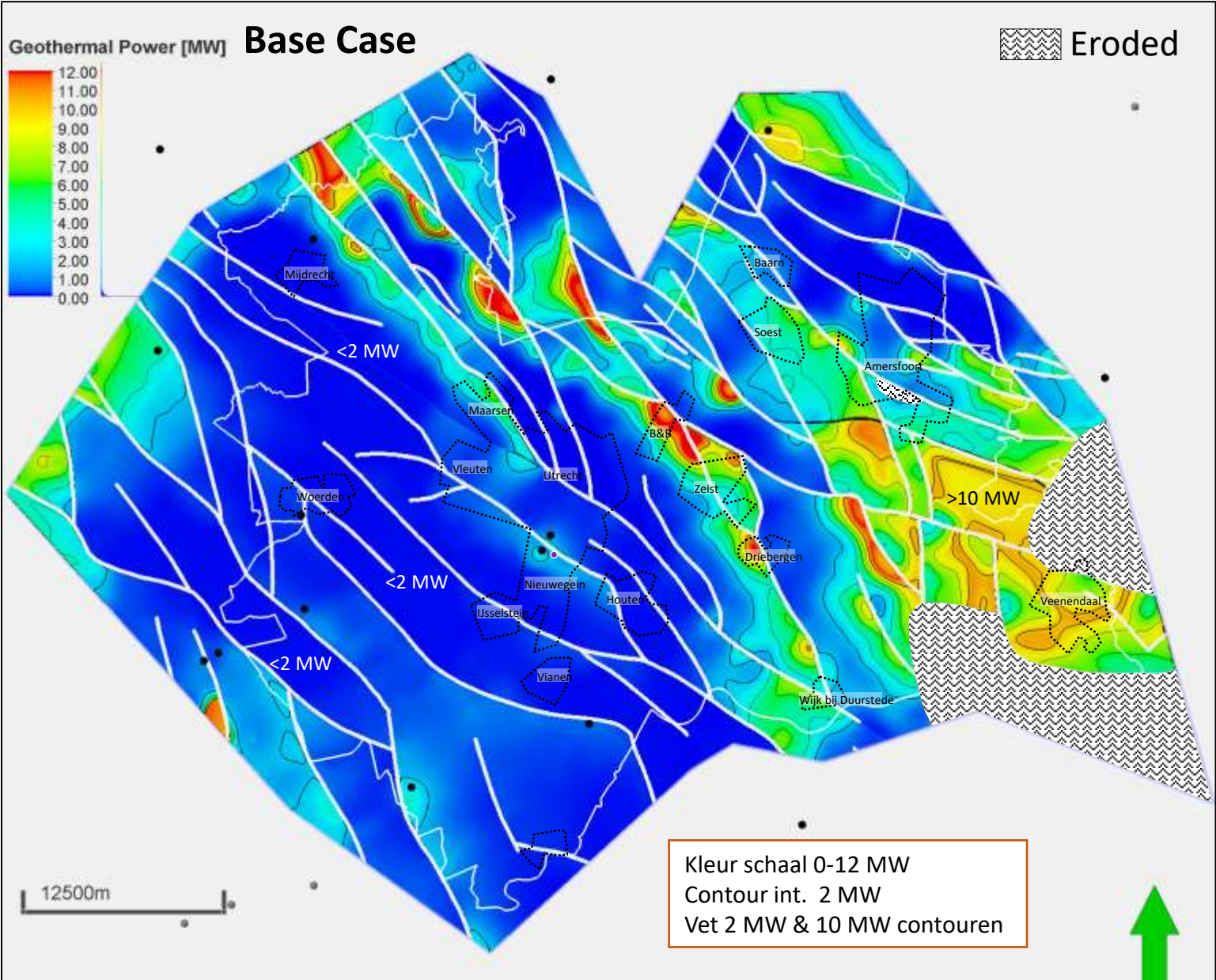


# Resulterende vermogens en onzekerheid kaarten

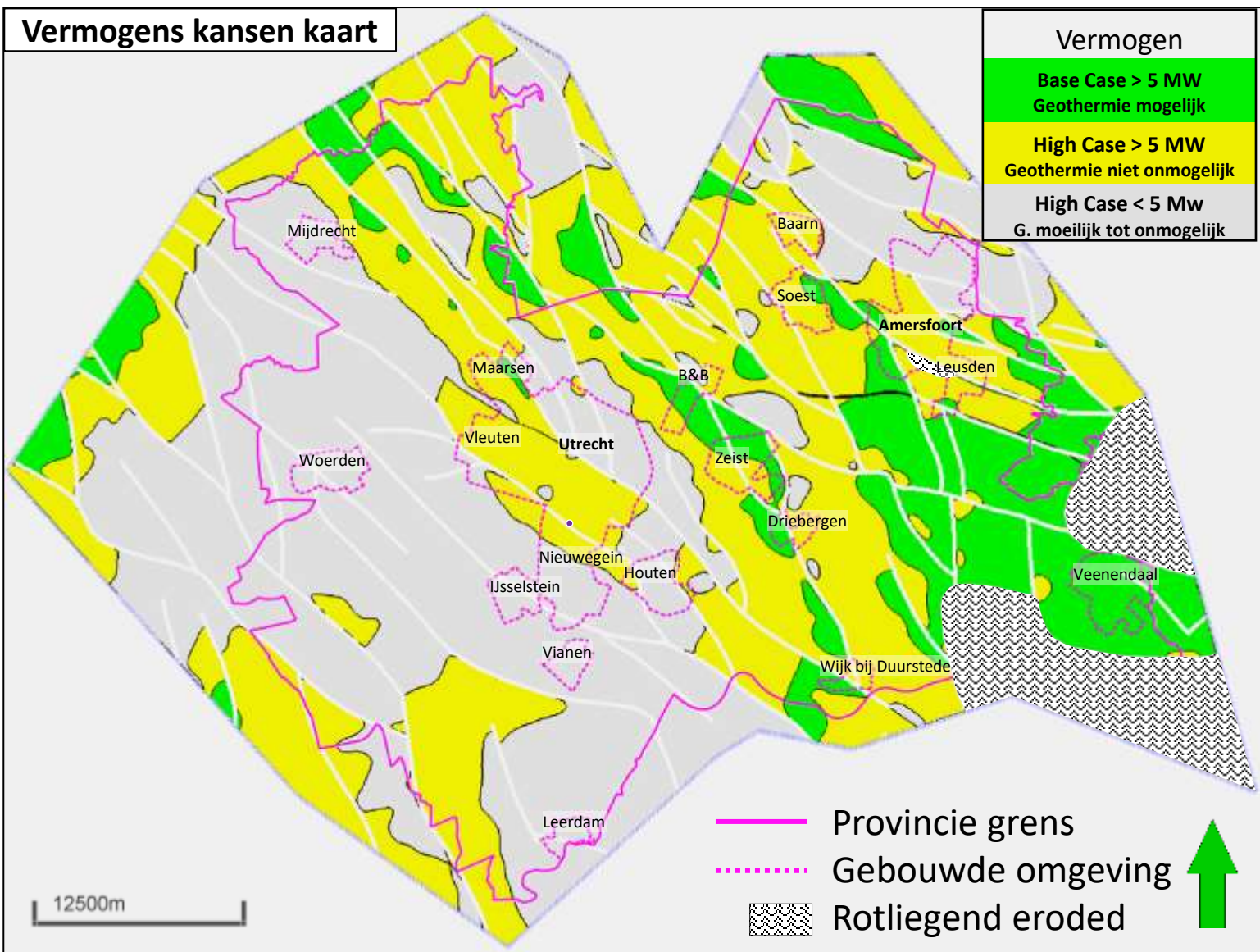
# Vermogenskaart

- De volgende pagina laat de berekende vermogenskaarten zien. Hiervoor zijn de voorgaande kaarten als input gebruikt, en er zijn een aantal aannames en parameters gekozen die aansluiten bij de huidige praktijk voor geothermie ontwikkeling met doubletten en de richtlijnen van SODM.
- Er zit een grote variatie in deze kaarten, en dat laat de spreiding zien tussen de Base Case, en de High en Low Cases. De Base Case geeft de verwachte waarde aan, en hieromheen is een spreiding genomen voor de High en Low cases. Locatie specifiek onderzoek kan deze spreiding kleiner maken, of aantonen dat er lokaal meer informatie nodig is, zoals seismiek of een exploratieput.
- De vermogenskaart laat zien dat er geothermisch potentieel is in de provincie, vooral aan de noordkant. Er zijn echter ook gebieden waar, op basis van de huidige gegevens, geothermie uit het Rotliegend reservoir geen aantrekkelijke warmtebron lijkt. Dit kan in de toekomst veranderen als er nieuwe ontwikkelingstechnieken beschikbaar komen.
- De nieuwe vermogenskaart is een grote verbetering t.o.v. de Rotliegend vermogenskaart in ThermoGIS die een negatief beeld laat zien. Er is meer detaillering en de gebieden met betere en mindere kansen voor geothermie in de provincie zijn inzichtelijk gemaakt.

# Vermogen in MW



# Kansen voor geothermie



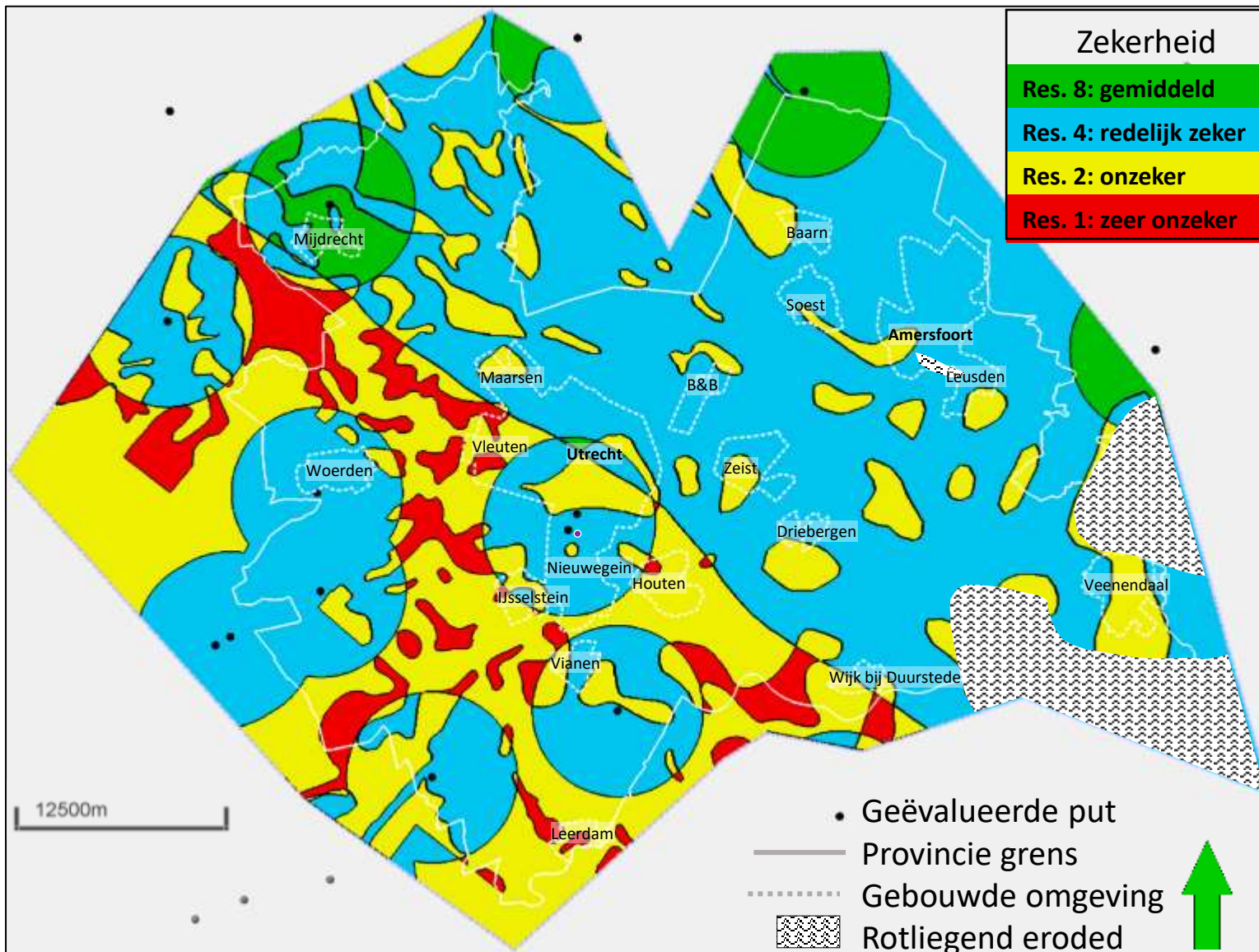
- Deze kaart laat de gebieden zien waar betere en mindere kansen voor conventionele geothermie aanwezig zijn inzake het geothermie potentieel.
- Hiervoor is een aanname gemaakt dat voor een geothermie doublet in de bebouwde omgeving een minimum vermogen van 5 MW nodig is.
- Door de Base en High Case kaarten te combineren met een ondergrens van 5 MW worden de gebieden met betere (groen), mindere (geel) en slechtere (grijs) kansen op geothermie toepassing inzichtelijk gemaakt.

# Betrouwbaarheid van de interpretatie (1)

- Ondanks de uitvoering van het SCAN project zijn er nog steeds gebieden in de provincie waar weinig data, of alleen data van slechte kwaliteit over de ondergrond beschikbaar is. Hierdoor is de berekening van het vermogen (en ook de variatie) onzeker doordat de onderliggende geologische interpretatie wordt bemoeilijkt door verschillende oorzaken, zoals:
  - de onderliggende data is beperkt, of
  - de data is van slechte kwaliteit, of
  - de interpretatie van de gegevens is geologisch nog niet goed begrepen.
- Deze onzekerheid is weergegeven in een kaart (volgende dia), in een poging om aan te geven waar wij meer vertrouwen in de interpretatie en vermogens kaart hebben, en waar minder.
- Om de onzekerheid te kunnen meten hebben we drie categoriën gedefinieerd, die elk een score 1 (slecht) of 2 (beter) krijgen:
  - Category 1: Is de reservoir kwaliteit bevestigd door de nabijheid van putten? Dit is aangegeven door het gebied binnen een straal van 5 km rond een put een score 2 te geven, daarbuiten score 1.
  - Category 2: Hoe goed is de geologische interpretatie gekoppeld aan structurele gebieden? De porositeit/diepte relatie voor de KN area & CNB is redelijk, krijgt score 2, voor het WNB is de relatie slecht, krijgt score 1.
  - Category 3: Is er voldoende seismische data van goede kwaliteit voor een betrouwbare dieptekaart? Hiervoor zijn we handmatig de seismische interpretatie afgelopen en hebben we betrouwbaarheidspolygonen gemaakt met score 1 (slecht) of score 2 (zekerder interpretatie)

# Zekerheid van de interpretatie (2)

## Rotliegend data en interpretatie (on)zekerheids kaart



- De scores van de drie categoriën van de vorige dia zijn vermenigvuldigd om te komen tot een relatieve (on)zekerheidskaart zoals hiernaast staat aangegeven.

De vermenigvuldiging geeft resultaten van 1, 2, 4 of 8 (bijv.  $1 \times 1 \times 2 = 2$ , of  $2 \times 2 \times 2 = 8$ )

- De vier mogelijke resultaten zijn onderverdeeld in de volgende zekerheid klassen:
  - Resultaat 8 = gemiddeld zeker (groen)
  - Resultaat 4 = redelijk zeker (blauw)
  - Resultaat 2 = onzeker (geel)
  - Resultaat 1 = zeer onzeker (rood)
- Hoe deze gebieden te interpreteren?
  - In de groene gebieden kan, gebaseerd op de huidige data en als het vermogen >5MW bedraagt, een project ontwikkeld worden.
  - In de blauwe gebieden kan, gebaseerd op de data en als het vermogen >5MW bedraagt, een project ontwikkeld worden maar is vermoedelijk meer data nodig.
  - In de gele en rode gebieden is te weinig data of een te grote onzekerheid om geothermie te ontwikkelen, en zal meer data nodig zijn.



# Gecombineerde Vermogens Kanss en Onzekerheidskaart

Vermogens kanss kaart met onzekerheids categorieën

Vermogen





Base Case > 5 MW

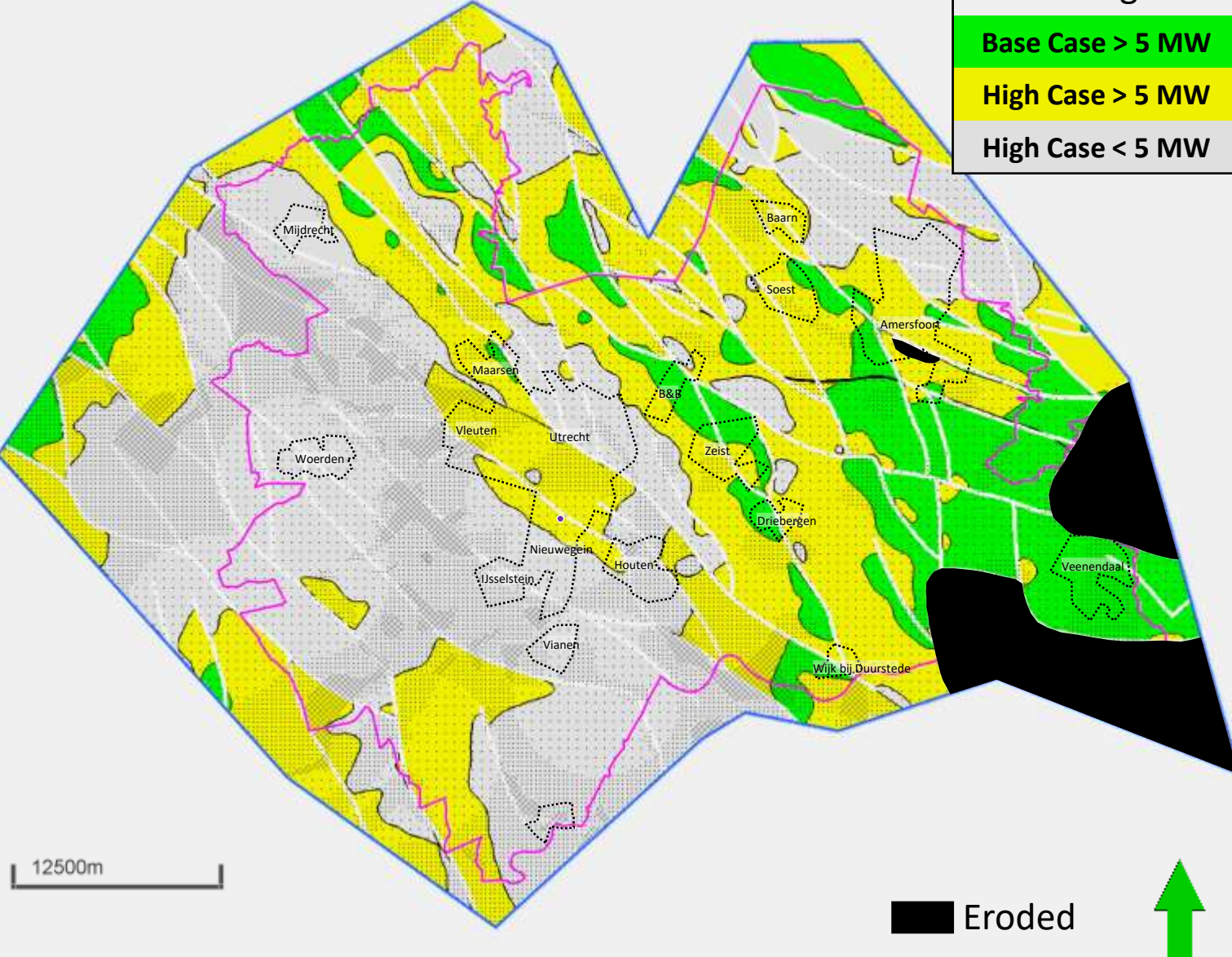
High Case > 5 MW

High Case < 5 MW

- Deze kaart is een combinatie van de vermogens kansskaart en de onzekerheidskaart. De onzekerheid is als een gearceerde laag geplott op de kansskaart. Hoe lichter de arcering, hoe betrouwbaarder de kaart is.

- Zekerheids klassen arcering

-  ○ Gemiddeld zeker
-  ○ Redelijk zeker
-  ○ Onzeker
-  ○ Zeer onzeker



■ Eroded

# Hoe de Vermogens en Onzekerheids Klassekaarten te gebruiken

- De provincie Utrecht is op grond van de berekende Base en High Case vermogens verdeling voor het Rotliegend verdeeld in drie gebieden
  - Een grijs gebied waar de ontwikkeling van geothermie op basis van de huidige technieken en gegevens moeilijk tot onmogelijk is. Volgens de High Case vermogenskaart kan hier altijd minder dan 5 MW gegenereerd worden.
  - Een geel gebied waar de op basis van de huidige ondergrondgegevens geothermie ontwikkelingen niet onmogelijk zijn. De High Case vermogenskaart geeft hier meer dan 5 MW aan, en de Base Case een vermogen van minder dan 5 MW. Nieuwe gegevens, zoals uit de toekomstige SCAN boring(en) of meer seismische data, kan in deze gebieden verandering brengen. Ook is het mogelijk dat door het toepassen van andere putconcepten het vermogen vergroot kan worden.
  - Een groen gebied waar geothermie ontwikkelingen vanuit de ondergrond mogelijk zijn. Zowel de Base Case als de High Case geven in deze gebieden meer dan 5 MW aan.
- De onzekerheidskaart geeft aan hoe betrouwbaar de vermogens inschatting is. Bij een slechte klassering is meer data en onderzoek nodig, bij een betere klassering zijn de gebruikelijke stappen in de ontwikkeling van een geothermieproject mogelijk voldoende wat betreft de ondergrond.
- **Disclaimers:**
  - Deze evaluatie betreft alleen het Rotliegend interval. De kaarten zijn gemaakt gebaseerd op de huidige kennis van het Rotliegend reservoir. Gegevens zullen wijzigen na bv. de SCAN boring(en), wat wijzigingen kan geven in de Power kaarten.
  - Bovenstaande indelingen en aanbevelingen gaan uit van een geothermie ontwikkeling met een standaard doublet ontwikkeling (dus geen horizontale putten, stimulering of innovaties zoals Eavor of soortgelijke technieken die mogelijk toepasbaar worden op de langere termijn)
  - Er is aangenomen dat 5MW voor een standaard doublet een ondergrens is voor geothermie ontwikkelingen voor de gebouwde omgeving. Deze grens kan voor een locatie specifiek project verschillen.
  - Door de onzekerheid in de kaarten kunnen ook de grenzen aangegeven in de gecombineerde potentie & zekerheid kaart veranderen bij meer gegevens.

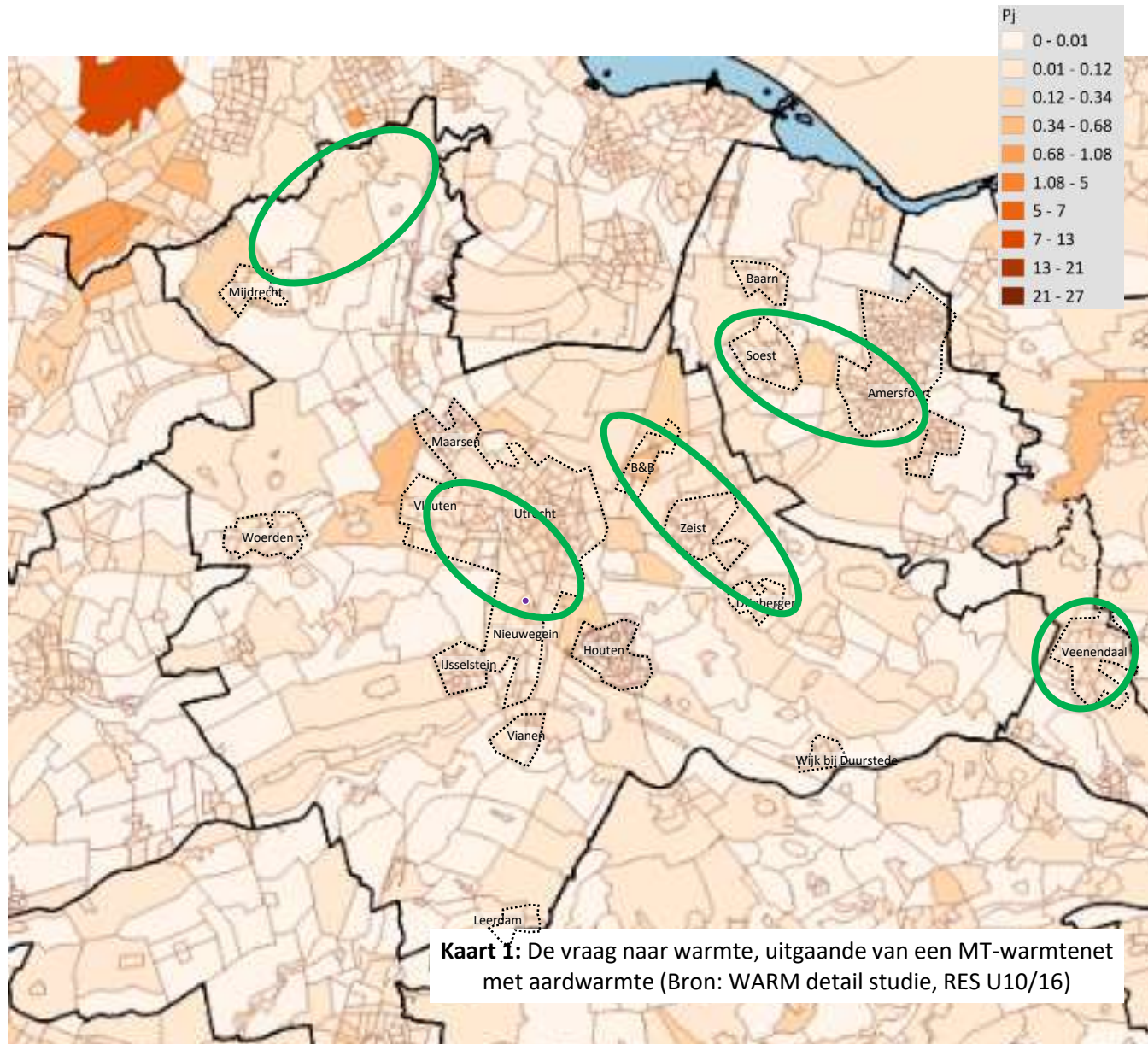
# Hoe nu verder?

- Deze studie geeft de inschatting van het geothermie potentieel in de provincie Utrecht weer op basis van de meest recente data en kennis. Daarbij wordt ook uitgegaan van een standaard doublet ontwikkeling.
- De resultaten van deze studie kunnen dan ook gebruikt worden als input voor geothermie in de Regionale Structuurvisie Warmte van de RES en ook als basis dienen voor de Transitievisie Warmte.
- Nieuwe gegevens, nieuwe of nog niet toegepaste technieken, of een andere manier van ontwikkelen kunnen de potentie van de ondergrond veranderen. Het potentieel van geothermie is dus dynamisch. Bijvoorbeeld wat gaat er nog gebeuren door de wetenschappelijke (SCAN-)boring:
  - De wetenschappelijke boring gaat meer informatie geven over de eigenschappen in het KN-gebied. Dat betekent dat zowel de eigenschappen als de mate van zekerheid in die regio zal veranderen.
  - Betere inschatting van de begravingsgeschiedenis van het KN-gebied. Dit geeft meer informatie over hoe de eigenschappen verspreid zijn in de regio.
  - Informatie over andere mogelijke geothermie reservoirs van Trias en Onder- Krijt ouderdom, die nu niet in deze evaluatie zijn meegenomen door gebrek aan informatie.
- Dit heeft als gevolg dat de informatie voor geothermie na het zetten van de wetenschappelijke boring gaat veranderen voor het KN-gebied en dus herzien moet worden. Mogelijk dat de boring ook impact heeft op de andere gebieden dan wel dat er andere SCAN boringen geplaatst zullen gaan worden in de strook Haarlem-Nijmegen die ook impact hebben op de potentie van geothermie in de provincie Utrecht.
- Voor de verdere stappen die nodig zijn om een goede overweging te maken of geothermie in de RES of gemeente bij kan dragen, én voor meer informatie over de richting van het realiseren van een geothermie project, verwijzen we naar het stappenplan van de WARM studie (Berenschot en Panterra, 2020).



# Referentie kaarten

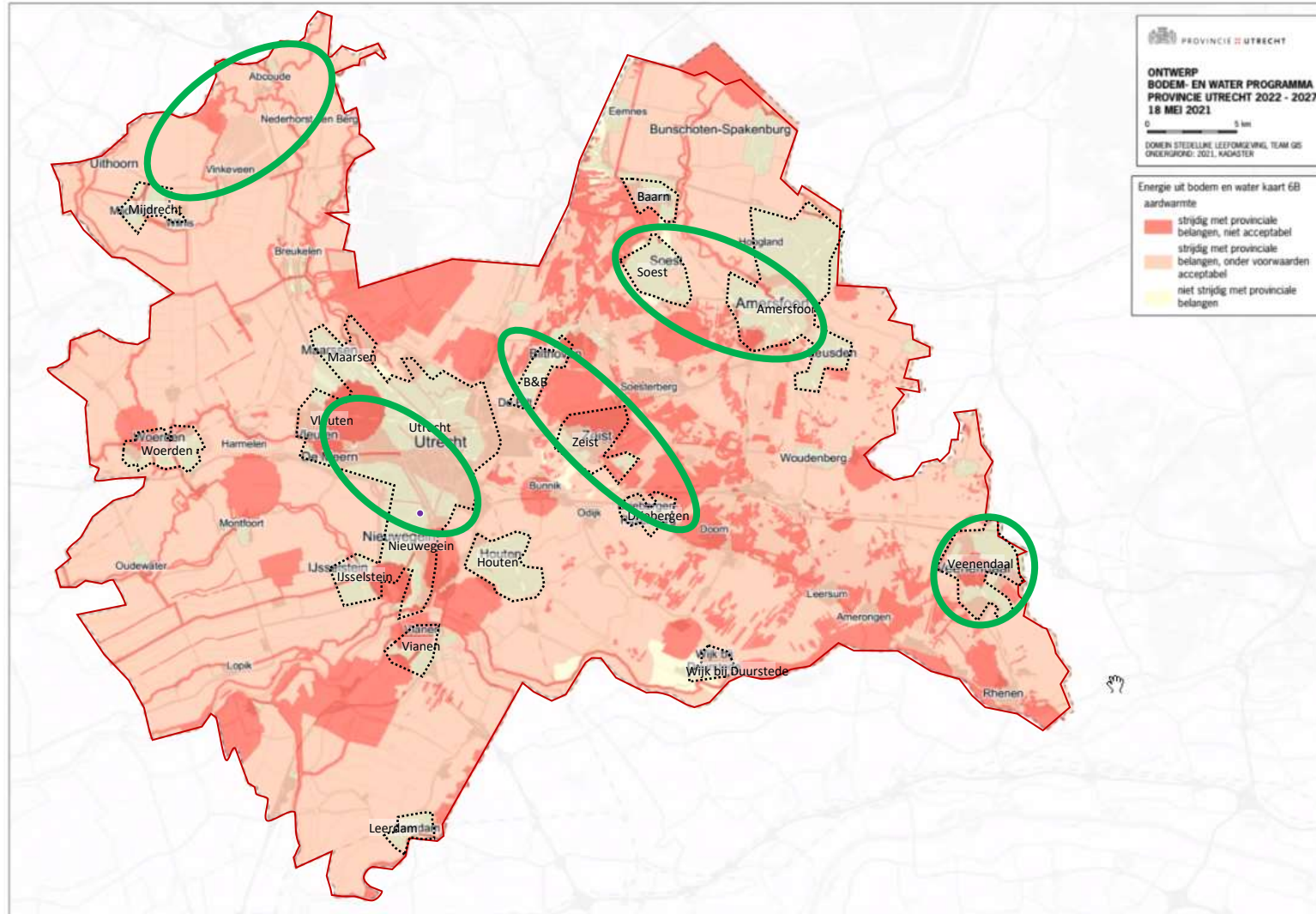
# Heat demand



• Als de warmtevraagkaart vergeleken wordt met de Rotliegend vermogens kaart, dan zijn er verschillende gebieden in de provincie Utrecht die betere kansen lijken te hebben voor geothermie, zoals aangegeven met de groen polygonen.

- Mijdrecht
- Amersfoort
- Driebergen, Zeist, Bilt
- Veenendaal
- Utrecht

# Provinciale beleidskaart aardwarmte



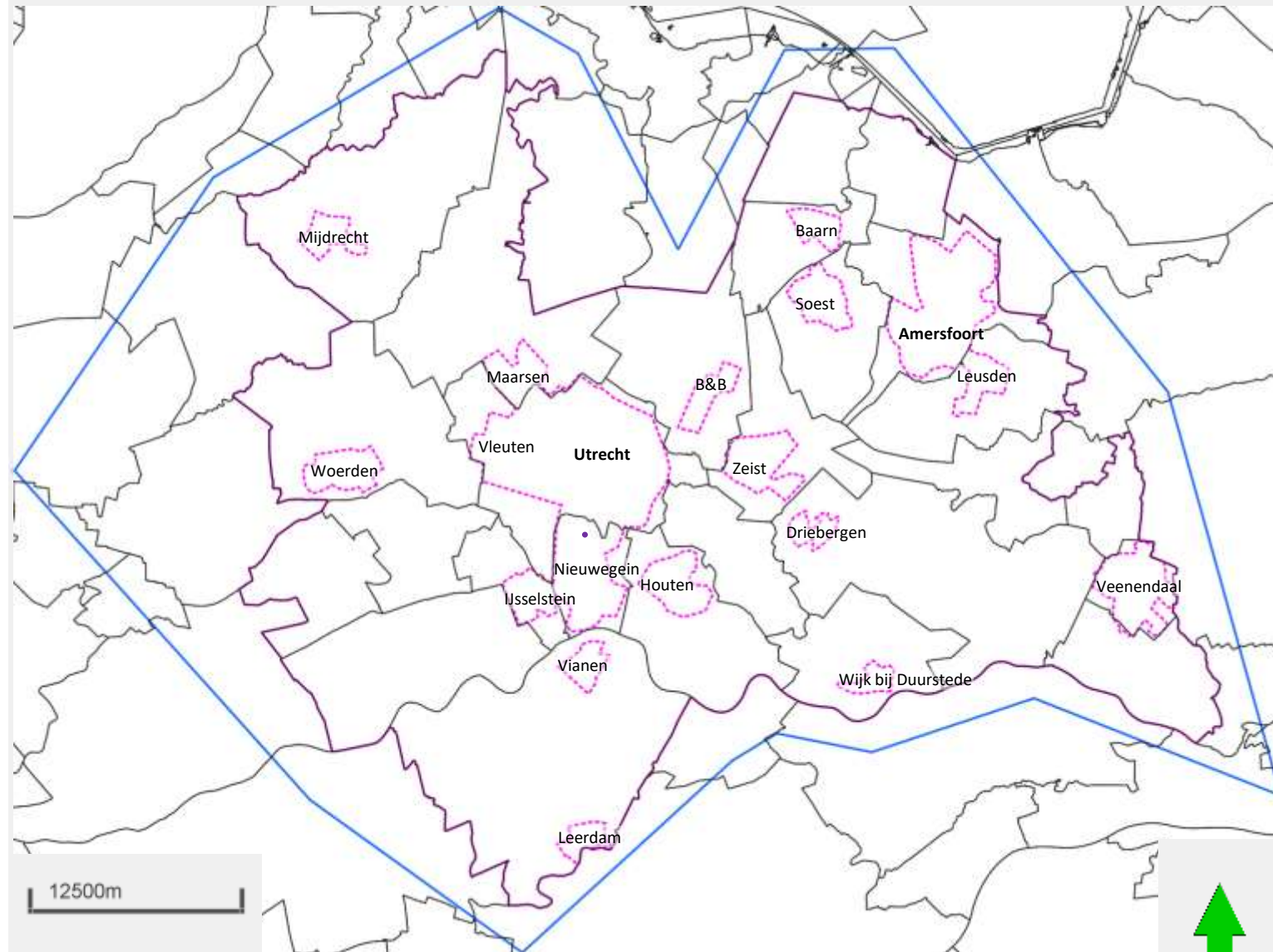
## Provinciale beleidskaart aardwarmte (ontwerp bodem- en waterprogramma mei 2021)

- Donker rood: aardwarmte strijdig met provinciale belangen. op grond van de provinciale omgevingsverordening is boring naar aardwarmte in deze gebieden niet mogelijk.
- Licht rood: aardwarmte strijdig met één of meerdere provinciale belangen resulteren in dat aardwarmte onder voorwaarden te ontwikkelen is (afstemming gevraagd met provincie)
- Geel: aardwarmte niet strijdig met provinciale belangen.

NB: beleidskaart aardwarmte heeft alleen betrekking op prov. belangen. belangen van waterschappen en gemeenten zijn niet meegenomen in deze kaart.

# Reference Map

Administrative reference map



- Municipality borders overlay (black polylines)
- Urban areas overlay (pink dotted lines)

